

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-273232

(43) 公開日 平成5年(1993)10月22日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 P 21/00

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平4-68560

(22) 出願日 平成4年(1992)3月26日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 加藤 信也

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝総合研究所内

(72) 発明者 常岡 治

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝総合研究所内

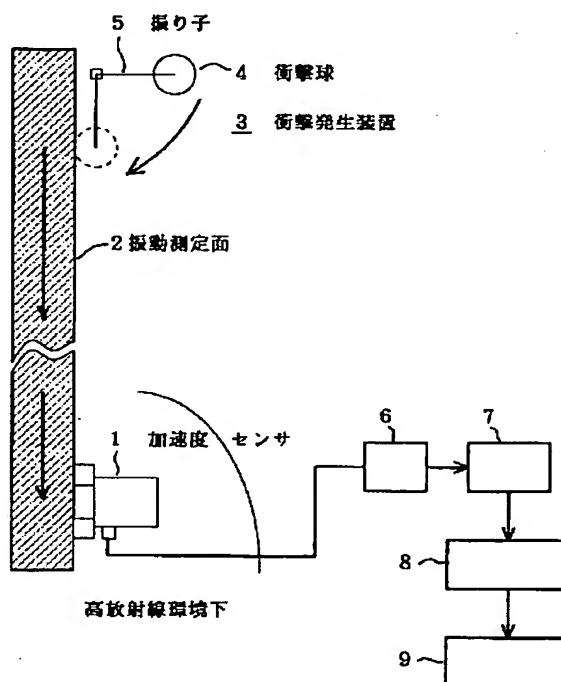
(74) 代理人 弁理士 猪股 祥晃

(54) 【発明の名称】 加速度センサの感度劣化監視方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 校正と機能確認のためのコストの低減、および作業員の被爆線量を低減した加速度センサの感度劣化監視方法を提供する。

【構成】 振動測定面2に設置した加速度センサ1と、振動測定面2に衝撃を与える手段3と、振動測定面2を伝達した衝撃信号を加速度センサ1で検出してその出力信号または周波数応答データを記録保存する手段7と、その保存されたデータに対する周波数解析手段8と、保存されたデータの周波数スペクトルまたはパワーおよび伝達関数を比較・評価する手段9を備えて、運用前、運用後において衝撃を与える手段から発せられた衝撃信号を加速度センサで検出して保存したデータから加速度センサ運用後運用前の周波数スペクトルまたはパワーおよび伝達関数により加速度センサの感度劣化を許容する予め設定したしきい値等と比較して加速度センサの感度劣化の評価を行う。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 振動測定面に設置した加速度センサと、この加速度センサの近傍に配設した前記振動測定面に衝撃を与える手段および、この衝撃を与える手段により与えられて振動測定面を伝達した衝撃信号を前記加速度センサで検出してその出力信号または周波数応答データを記録保存する手段と、その保存されたデータに対する周波数解析手段と、保存されたデータの周波数スペクトルまたはパワーおよび伝達関数を比較・評価する手段を備えて、加速度センサ設置当初の運用前、および加速度センサ運用後において前記衝撃を与える手段から発生された衝撃信号を加速度センサで検出して保存したデータから加速度センサ運用後と加速度センサ運用前の周波数スペクトルまたはパワーおよび伝達関数により加速度センサの感度劣化を許容する予め設定したしきい値等と比較して前記加速度センサの感度劣化の評価を行うことを特徴とする加速度センサの感度劣化監視方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、原子力発電プラントの主要機器等に設置されている加速度センサの感度劣化監視方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 加速度センサは、その構造上から、或る周波数に固有振動数を持っている。このため一般に加速度センサは、固有振動数が測定周波数範囲に対して十分に高くなる様に設計し、製造の段階では設計通りの性能を満たしていることを加振器等の精度の高い校正装置を用いて確認している。

【0003】 これに対して、原子力発電所等の各種プラントの機器等に設置した加速度センサの精度監視については、定期的に加速度センサを機器から取り外し、特定周波数に対するレベル差等を用いて感度の確認と補正を行っている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 加速度センサの感度補正に際して、原子力発電プラント等では加速度センサを取り外す時、および放射化された加速度センサの感度測定を行なう際に、作業員に対する放射線被曝の問題が生ずるため、加速度センサの個別の劣化を検出して感度校正を行なうことが困難な状況にある。

【0005】 従って、一旦設置して一定期間を経過した加速度センサは一位的にすべて交換している状況であり、その機能維持には経費がかさむ。このために、原子力発電プラント等における加速度センサの精度監視の簡便化と作業員の被曝線量の軽減、および経済性の向上が課題とされていた。

【0006】 本発明の目的とするところは、加速度センサに振動測定面を介して衝撃を与える手段を組合わせて、一旦設置した加速度センサを検査の都度取り外すこ

2

となく、簡便に感度劣化の監視を可能とし、加速度センサの校正と機能確認のためのコストの低減と、特に高放射線環境下における加速度センサに対する定量的な機能診断を容易とし、作業員の被曝線量を低減した加速度センサの感度劣化監視方法を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 振動測定面に設置した加速度センサと、この加速度センサの近傍に配設した前記振動測定面に衝撃を与える手段および、この衝撃を与える手段により与えられて振動測定面を伝達した衝撃信号を前記加速度センサで検出してその出力信号または周波数応答データを記録保存する手段と、その保存されたデータに対する周波数解析手段と、保存されたデータの周波数スペクトルまたはパワーおよび伝達関数を比較・評価する手段を備えて、加速度センサ設置当初の運用前、および加速度センサ運用後において前記衝撃を与える手段から発生された衝撃信号を加速度センサで検出して保存したデータから加速度センサ運用後と加速度センサ運用前の周波数スペクトルまたはパワーおよび伝達関数により加速度センサの感度劣化を許容する予め設定したしきい値等と比較して前記加速度センサの感度劣化の評価を行うことを特徴とする。

## 【0008】

【作用】 加速度センサの設置当初および運用後において、衝撃を与える手段により振動測定面に与えられた加速度センサの共振周波数における振動成分を多く含んだ衝撃信号は、その都度加速度センサで検出され、その出力信号または周波数応答データはデータ記録手段に記録保存される。

【0009】 この保存されたデータに対する周波数スペクトルを加速度センサの運用後における検査の後に、周波数解析手段により解析し、比較評価手段において加速度センサの設置当初の周波数スペクトル、またはパワーと伝達関数、および加速度センサ感度劣化を許容する予め設定したしきい値等との比較から加速度センサ感度劣化の評価を行う。

## 【0010】

【実施例】 本発明の一実施例を図面を参照して説明する。図1の概要構成図に示すように、一般に加速度センサ1は、例えばポンプケーシング、あるいは原子炉一次系圧力バウンダリーの外壁等の構造部材でなる振動測定面2に設置されている。

【0011】 この振動測定面2で前記加速度センサ1の近傍に、一時的或いは常時設備として衝撃を与える手段である衝撃発生装置3を設置する。衝撃発生装置3は、質量の定められた金属製の衝撃球4を備えた振り子5を主体としたもので、前記加速度センサの共振周波数付近を多く含ませた高周波を発生させる。

【0012】 前記加速度センサ1が設置されている振動測定面2に衝撃球4を衝突させて衝撃を与えて振動を発

3

するもので、これは衝撃を行なう部位において、衝撃を受ける面である振動測定面2の面と、衝撃を加える衝撃球4の面との状態を絶えず同じ状態に維持することを目的としている。

【0013】この衝撃発生装置3によって発生した衝撃振動は、振動測定面2の部材を伝達して被校正用の加速度センサ1で検出され、加速度信号増幅手段6により電気信号に変換される。

【0014】加速度信号増幅手段6には、加速度センサ1からの周波数応答データを記録するデータ記録手段7が接続され、さらに、この記録されたデータの周波数解析をするFFT（高速フーリエ変換）等の周波数解析手段8と、この周波数解析手段8に接続された前記加速度センサ1の劣化を評価するための比較評価手段9で構成されている。

【0015】次に上記構成による、本加速度センサの感度劣化監視方法の作用について説明する。第1の実施例として、各種の構造部材でなる振動測定面2で加速度センサ1が設置された近傍に、一時的、或いは常設として設置した衝撃発生装置3において、図1に示すように、振り子5の先端に吊り下げた衝撃球4を前記加速度センサ1と同じ振動測定面2に衝突させて衝撃を加える。

【0016】その際に発生した衝撃信号は加速度センサ1で検出され、加速度信号増幅手段6により増幅された後に、データ記録手段7に記録される。この作業は先ず、加速度センサ1を最初に設置した際に行なって、この初期データを記録する。

【0017】次に加速度センサ1を設置した機器、およびプラントが運転されて所定の期間経過した後で、加速度センサ1の校正する際の例えばプラント全体の定期検査等の時に、前記と同様の手順により衝撃発生装置3を操作し、再び加速度センサ1による衝撃信号のデータを採取して記録する。

【0018】この時にデータ記録手段7に記録された衝撃信号データ、および前記加速度センサ1の設置当初において記録した衝撃信号データとを周波数解析手段8にて周波数解析を行い、図2の周波数スペクトル図に示すように、加速度センサ設置当初の特性曲線10（実線）と、現在の感度が劣化した特性曲線11（点線）とを比較評価手段9において比較・評価する。

【0019】この時点における比較・評価は、周波数スペクトル上に加速度センサ1に要求される精度によって定められるしきい値を予め設定しておき、そのしきい値の範囲から現在の加速度センサ1の応答が、逸脱していないことを確認することによって加速度センサ1の健全性を評価・確認する。

【0020】なお、衝撃発生装置3を常時設備とした場合には、衝撃発生作業を図示しない遠隔操作とすることにより、定期検査時以外の任意の時期に必要な応じて加速度センサ1の校正、または感度確認を実施することが

4

可能となる。ここで、加速度センサ1の感度劣化監視に際して、加速度センサ1における感度の高い加速度センサ共振周波数における応答特性の変化に着目し、衝撃発生を行なうためには、次の(1)式によって衝撃発生装置3の衝撃球4の質量を選定すると、さらに高精度で加速度センサ1の劣化の徴候を検出することが可能となる。

【0021】すなわち、衝撃球4が振動測定面2に接触する時間Tを、加速度センサ1の共振周波数Fの周期Taの1/2程度のオーダに合わせる。接触時間Tは(1)式にて得ることができる。

$$T = 3.22 m^{2/5} (K_s + K_d)^{-2/5} v^{-1/5} \dots (1)$$

ここに、mは衝撃球の質量

Ks, Kdは衝撃球および衝撃相手の物性値

vは衝突速度

ただし、 $K_s, d = (1 - \nu_s, d)^2 / (\pi \cdot E_s, d)$

[ $\nu$ :ポアソン比、E:ヤング率]。

【0022】これにより、衝撃発生装置3は加速度センサ共振周波数近傍の成分を十分に含んだ衝撃信号を生成し、加速度センサ共振周波数の感度劣化を精度良く捕らえることを可能とし、加速度センサ1の共振周波数以下の通常使用される周波数帯域には現れないような僅かな加速度センサ1の異常徴候をも、共振周波数帯域の応答レベルの低下として検出することが可能となる。

【0023】なお、原子炉一次系に設置される加速度センサの共振が25kHz程度の加速度センサ1を対象とした場合には、衝撃発生に適した衝撃球4の質量は、約1乃至10gである。また上記(1)式からも明らかなように、衝撃球4の接触時間に対して衝撃速度は1/5乗のオーダの効果しかないため、加速度センサ1の校正を目的として現実的に振動測定面2に衝撃を加えることが可能な速度の範囲として定めることによって特に詳細な規定を必要とはしない。

【0024】さらに第2の実施例として、周波数解析を行なうための衝撃信号のデータ採取を、加速度センサ1を最初に設置した際、および加速度センサ1の校正を実施する時に、夫々、衝撃発生装置3の操作を複数回実施して、周波数解析手段8において周波数スペクトルを求める際において、各衝撃信号の周波数スペクトルの平均値を求めることにより、上記一実施例の第1の実施例に比べて、さらに安定した衝撃応答スペクトルを求めることができる。

【0025】第3の実施例としては、上記第1の実施例で検出した図2に示す周波数スペクトルの面積、すなわち、特性曲線10（実線）と特性曲線11（点線）の面積から衝撃信号のパワーを求め、この値の推移に着目して図3の振動パワーの推移特性図に示すように、パワーレベルの推移曲線12が、予め設定したしきい値13より低下したことで加速度センサ1の感度劣化を検出する。

【0026】第4の実施例は、振動測定面2が水平方向

5

にある場合のもので、図4の要部構成図に示すように、衝撃を与える手段としての衝撃発生装置が衝撃球4を自然落下させるものである。なお、衝撃の際の速度を一定にして、衝撃力を一定に保つためには、衝撃球4を落下させるために保持する振動測定面2からの高さ14を図示しない衝撃力調整器により一定に維持することで、より精度の高い校正を行うことができる。

【0027】図5の概要構成図に示したものは第5の実施例で、衝撃を与える手段としての衝撃発生装置15が、エアガン16あるいはスプリング等を用い、衝撃球4に初速を与えて振動測定面2に射出するもので、初速を変えて衝撃力を変化させたり、多数の衝撃球4を連続的に射出して、上記第2の実施例で述べた複数回の衝撃信号を得ることが容易である。

【0028】第6の実施例は、図6の概要構成図に示すように、衝撃発生装置3の近傍、または被校正用加速度センサ1の設置されている振動測定面2の他の部位に基準用の加速度センサ17を一時的に設置する。

【0029】衝撃発生装置3を操作して、夫々の加速度センサ1、17から加速度信号増幅手段6、18を経由して得られた衝撃信号をデータ記録装置7に記録しておく。校正は、基準用加速度センサ17の出力と被校正用加速度センサ1の出力とから得られる伝達関数を比較することによって行う。

【0030】この校正は、図7の伝達関数スペクトル特性図で示すように加速度センサ1の感度劣化前の曲線19（実線）と、感度劣化後の曲線20（点線）の伝達関数スペクトルを周波数解析手段8にて解析し、2つの加速度センサ1、17から得られる伝達関数の変化に着目して行うもので、比較評価手段21にて評価する。

【0031】なお、上記本発明の実施態様として、加速度センサの劣化が現れやすい加速度センサの接触共振周波数での応答の変化を感度良く検出するためには、衝撃

6

に用いる球の質量におおよそのオーダーを $T=3.22 m^{2/5} (Ks + Kd)^{-1/5} v^{-1/6}$ （ここに、 $m$ は衝撃球の質量、 $Ks$ 、 $Kd$ は衝撃球および衝撃相手の物性値 $K=(1-\nu)^2 / (\pi \cdot E)$  [ $\nu$ :ポアソン比、 $E$ :ヤング率]、 $v$ は衝突速度)において、センサ共振周期 $Ta=T \times 2$ となるように衝撃球の質量 $m$ 及び衝撃速度 $v$ を定めると良い。

【0032】

【発明の効果】以上本発明によれば、加速度センサを振動測定面より取り外すことなく、簡便に加速度センサの感度劣化を監視することが可能となり、特に高放射線環境下における振動測定に際して加速度センサに対する定量的な機能診断を容易に実施することができ、かつ、作業員に対する被爆線量が低減される。また一般の発電所等の大規模プラントにおける加速度センサの校正および機能確認のためのコストが低減される効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1の実施例を示す概要構成図。

【図2】本発明の第1の実施例に係る周波数スペクトル図。

【図3】本発明の第3の実施例に係る振動パワー推移特性図。

【図4】本発明の第4の実施例に係る要部構成図。

【図5】本発明の第5の実施例に係る概要構成図。

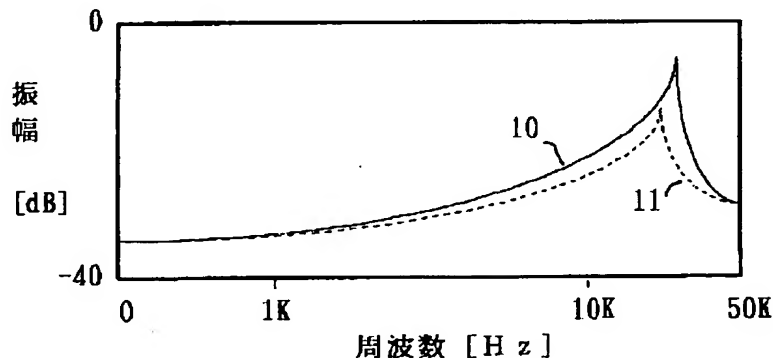
【図6】本発明の第6の実施例に係る概要構成図。

【図7】本発明の第6の実施例に係る伝達関数スペクトル特性図。

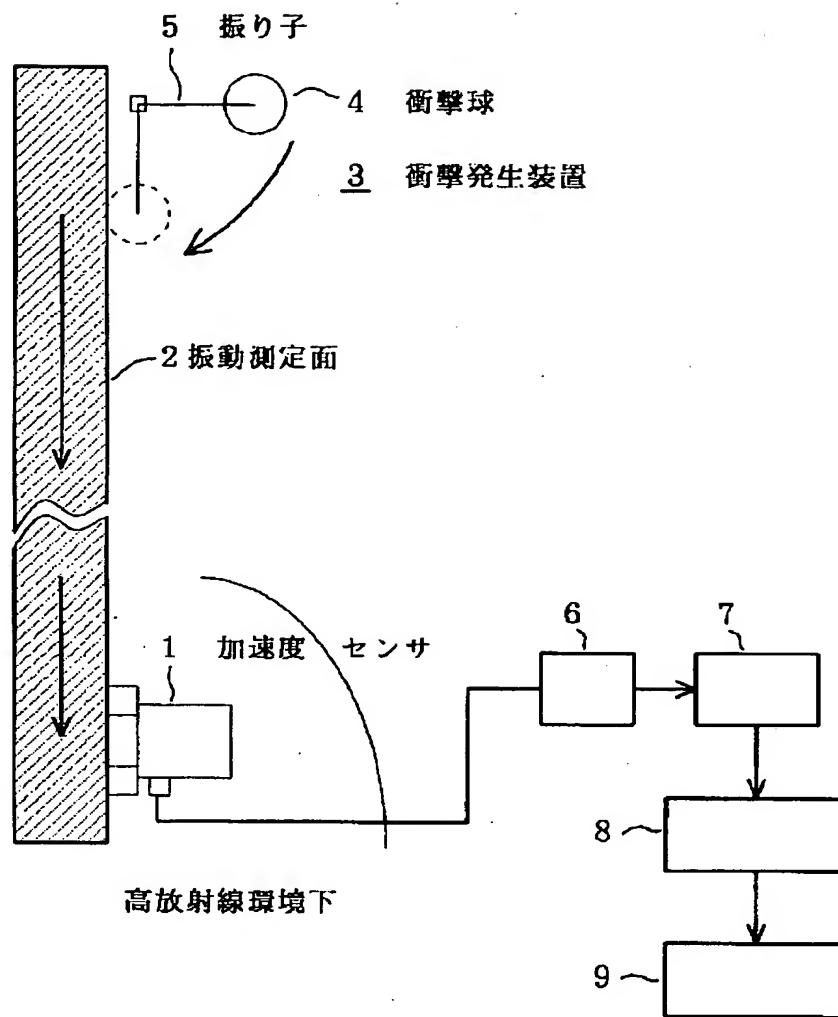
【符号の説明】

1、17…加速度センサ、2…振動測定面、3、15…衝撃発生装置、4…衝撃球、5…振り子、6、18…加速度信号増幅手段、7…データ記録手段、8…周波数解析手段、9、21…比較評価手段、14…高さ、16…エアガン。

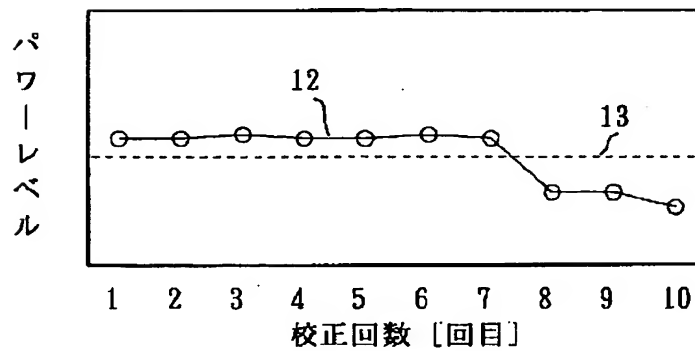
【図2】



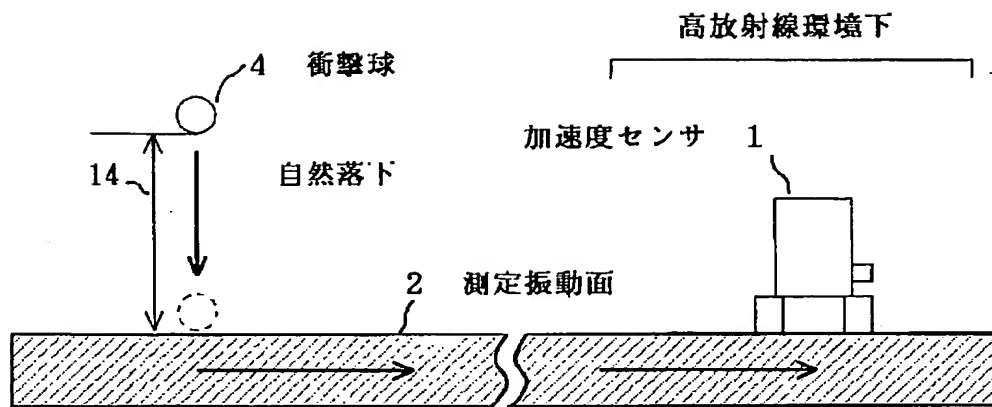
【図1】



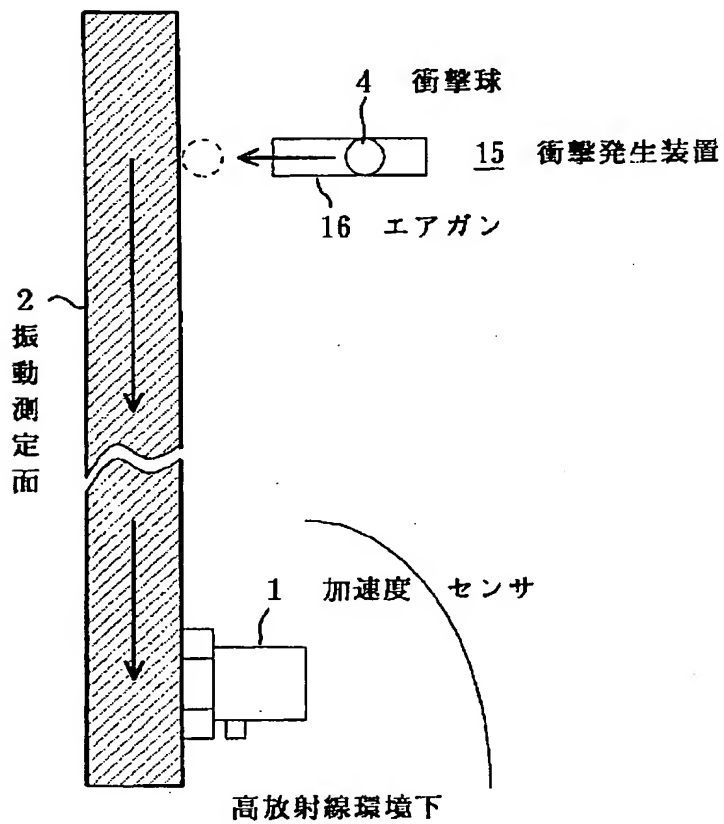
【図3】



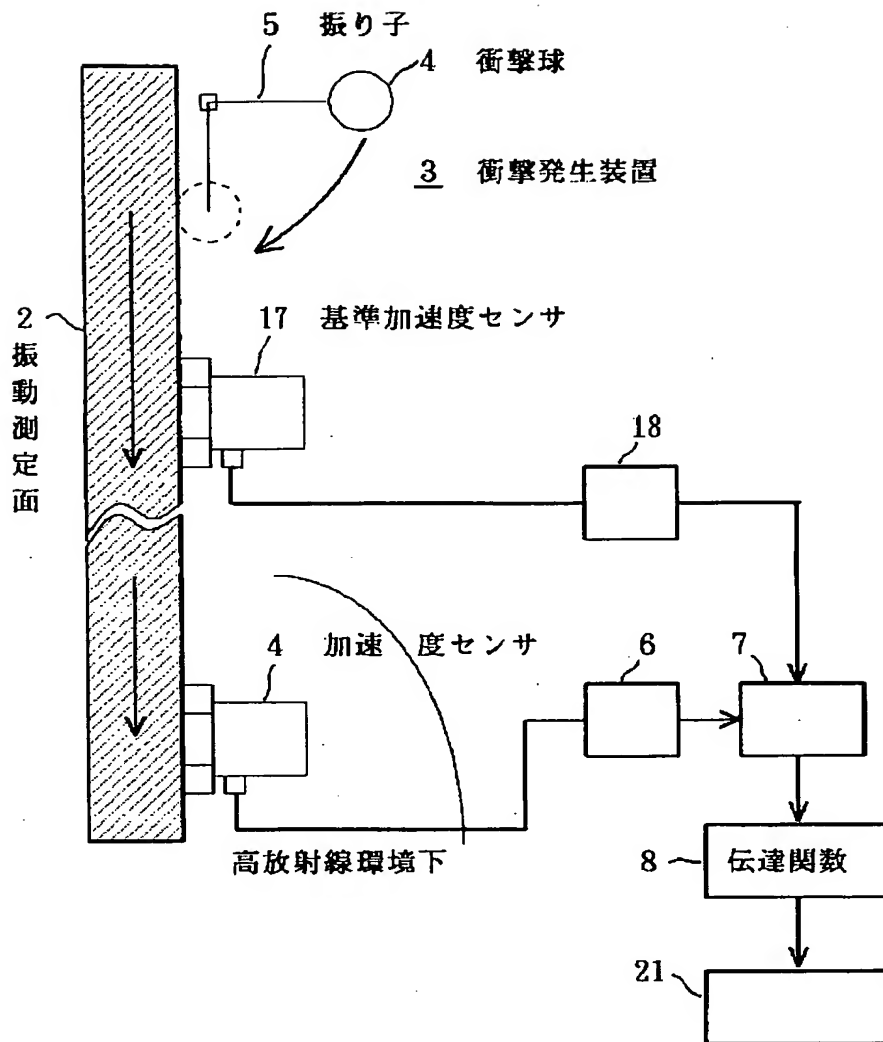
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

